FACTSHEET

ISSN 1195-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 714 Publication Date: 02/94

Order#: 94-035 Last Reviewed:

Title: Corrosion of Roof Truss Gusset Plates in Farm Buildings

Division: Agriculture and Rural
History: Original Factsheet
Written by: H. Huffman and J. Johnson

Table of Contents

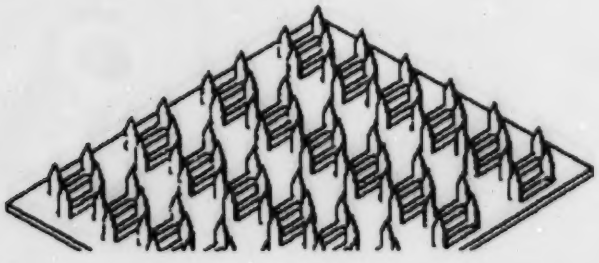
1. Introduction
2. Causes of Corrosion
3. Prevention of Corrosion
4. Repair Recommendations
5. Summary
6. For more information...

Introduction

Deterioration of metal truss gusset plates is a major concern in buildings that contain high humidity and corrosive environments. Normal galvanized steel plates exposed to moisture, condensation and ventilation air containing manure gases, will corrode rapidly. Many of these buildings show severe corrosion within five to ten years. This corrosion can weaken the building and could potentially lead to structural failure.

Truss plates are light gauge metal plates used to connect prefabricated wood trusses. Truss plates are produced by punching light gauge galvanized steel (normally 16, 18 or 20 gauge) so teeth protrude from one side as shown in Figure 1. The truss plates are galvanized prior to punching, leaving numerous unprotected metal edges. During truss fabrication, these truss plates are pressed into the lumber with either a hydraulic press or a roller to fully embed the teeth.

Figure 1. A Typical Truss Plate



The buildings most affected by this corrosion are cold, naturally ventilated beef and dairy barns with slatted floors and deep manure storages. Also affected are warm, naturally ventilated, swine barns. In all cases, the roof trusses have been included in the building's environmental air space. This exposes the entire truss assembly to a potentially wet service condition. In most cases, farm trusses are designed for a dry service condition.

The truss plates show the greatest deterioration near the building air exchange openings - typically at the heel (Figure 2) and peak joints of the truss. These are the areas of greatest air mixing and temperature change, producing high humidity and condensation problems. Unfortunately, these are also very critical joints in the structural integrity of the truss.

Figure 2. Moderate corrosion has occurred at the heel connection of the trusses in this naturally ventilated swine barn.

| Top of Page |

Causes of Corrosion

There are many potential causes of corrosion in animal buildings. Animals exhale large quantities of moisture into the air. This creates high relative humidity in the building if the moisture is not properly vented. High humidity increases the potential for condensation which wets the entire truss assembly.

Ammonia gas, typically found in animal environments combines readily with this moisture and becomes ammonium hydroxide. This chemical attacks most metal surfaces. Free moisture on poorly protected steel will also initiate the rusting process. The moist wood accelerates the corrosion of the metal fasteners since wood itself is slightly acidic. In addition, long term wetness can raise the wood moisture content above 30% and accelerate wood decay.

Dust, commonly found in animal environments, provides a surface on which acids and gases can react, significantly accelerating the rate of corrosion. Common bacterial colonies found in barns tend to form biofilms on building and equipment surfaces, allowing bacterial growth and the production of other corrosive acids.

| Top of Page |

Prevention of Corrosion

A) Properly Ventilate the Building.

A good ventilation system should move enough fresh air through the building to reduce the levels of moisture, gas and dust to acceptable levels. A well designed system will minimize corrosion problems. Proper ventilation requires good building design and good ventilation management. A ventilation specialist, equipment supplier or building contractor can help to ensure that ventilation is not contributing to the corrosion problem.

Often, an owner tightens up a barn to raise the building temperature or to save on supplemental heat. Unfortunately, this reduces the ventilation rate and allows the humidity level to increase. For fan ventilated barns, it is important to keep at least one exhaust fan operating to constantly remove the respired moisture. Similarly, naturally ventilated barns require a constant exchange of air to control moisture. Additionally, barns with continuous ridge ventilation provide a condensing surface at every peak truss connection along the barn. Intermittent chimneys constructed between the trusses keeps this ventilation air away from the truss plates and reduces the potential for corrosion.

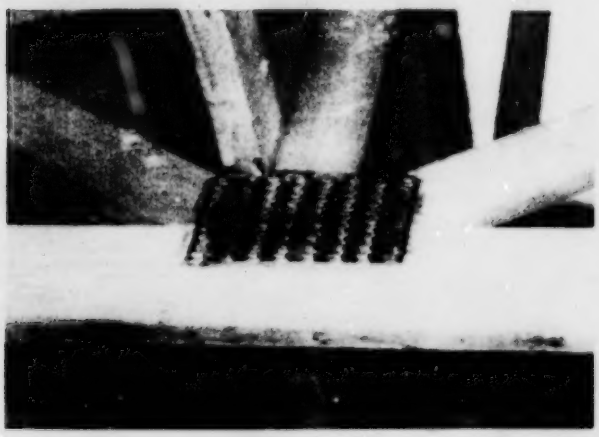
B) Apply a Protective Coating to the Metal Truss Plates.

A protective coating can be applied to the plates by brush either before or after truss installation. This coating must cover each metal plate including its edges (Figure 3). One of the recommended epoxy coatings which is lead and chromate free is the following:

Epoxy-Polyamide Primer and Topcoat. (SSPC[1] Paint No. 22 or CGSB[2] Paint No. 1-GP-146)

This epoxy paint is a two component product that requires specific mixing and application expertise. It is recommended that the plates be prepared with a cleaning solvent or by sandblasting prior to coating. This task could be undertaken by a commercial painter, building contractor, or the owner. It will be a labour intensive job, that will only be as effective as the quality of workmanship employed. Your truss manufacturer or industrial paint supplier can help you find this coating material or an equivalent product.

Figure 3. These metal truss plates were coated by brush at the job site.



C) Use Pre-coated or Stainless Steel Truss Plates.

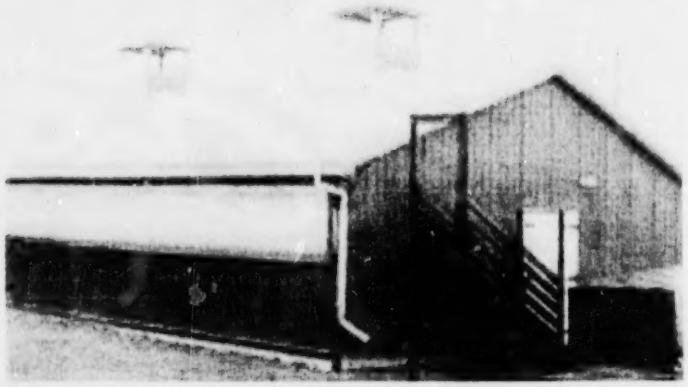
Various pre-coated and stainless steel truss plates are available, however, they are expensive. Coated truss plates cost almost five times the price of standard G90 galvanized plates. They must be larger than standard plates because of their slippery surface. Stainless steel plates can cost almost ten times the price of standard plates. This makes a significant difference in the cost of the truss.

D) Install Ceiling with Insulation and a Vapour Barrier.

If the truss assembly is completely partitioned out of the animal environment, it will not be influenced by the high humidity condition and related problems. A 4 or 6 mil polyethylene vapour barrier is necessary to prevent moisture migration into the attic space. Steel or plywood ceilings by themselves do not provide an adequate vapour barrier. The sheet seams, fasteners and material porosity will allow moisture to pass through. A minimum of ceiling insulation is also required to prevent condensation from occurring on the ceiling surface itself. It is still possible to accommodate natural ventilation by installing exhaust chimneys through the attic space between the trusses as shown in Figure 4. Consult a ventilation designer for the correct number and size of chimneys required.

Note: [1]SSPC refers to the Steel Structures Painting Council (U.S.)
[2]CGSB refers to the Canadian Government Specifications Board

Figure 4. A naturally ventilated barn with chimneys through the attic space.



| Top of Page |

Repair Recommendations

- If the truss deterioration is minor, employ one or more of the prevention procedures outlined above to halt further corrosion.
- If the deterioration is more severe, a structural repair should be considered. A consulting engineer should be approached for an assessment and repair specification. The Ontario Building Code requires roof systems to be engineered.

| Top of Page |

Summary

While the extent of the truss deterioration problem is not known, it is a very serious situation for those buildings affected. Owners should inspect their buildings periodically for signs of wetness and corrosion on the truss plates. A repair should be initiated if necessary. A building contractor, truss manufacturer or engineering consultant can assist you. It is anticipated that the building repair or retrofit expenditure undertaken now will be cheaper than replacing the structure prematurely.

| Top of Page |

This Factsheet was authored by: H. Huffman, P.Eng. and J. Johnson, P.Eng., OMAFRA. This Factsheet has been reviewed by Edmond Lim, P.Eng., Alpine Systems Corporation, Fred Groenestege (Construction Ltd.) and by Mark Boyd, P. Eng., Springfield Building Components.

For more information...contact Harry Huffman at harry.huffman@omafra.gov.on.ca or John Johnson at john.johnson@omafra.gov.on.ca

| Top of Page |

| Engineering Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français |
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases |

Ontario
This site maintained by the Government of Ontario, Canada

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate. Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: engineering@omafra.gov.on.ca
© Copyright 2002 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: May 30, 2001

Ontario

ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1198-7138 Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 714 Date de publication: 02/94
Commande no. 94-036 Dernière révision: 02/94

Titre: Corrosion des goussets d'assemblage de fermes de toit dans les bâtiments d'élevage

Division: Agriculture et affaires rurales
Situation:
Rédacteur: H. Huffman, P. Eng. et J. Johnson, P. Eng.

Table des matières

1. Problème de corrosion
2. Causes de corrosion
3. Prévention de la corrosion
4. Recommandations
5. Résumé

Problème de corrosion

La détérioration des goussets de fermes de toit en métal est une préoccupation majeure dans les bâtiments dont l'intérieur constitue un milieu très humide et corrosif. Les goussets en tôle d'acier galvanisé exposés à l'humidité, à la condensation et à une circulation d'air chargé de gaz de fumier se corrodent rapidement. Après cinq à dix ans, bon nombre de ces bâtiments montrent des signes d'une grave corrosion qui peut affaiblir un bâtiment et conduire à une défaillance structurale.

Les goussets sont des plaques en métal de faible calibre utilisées pour joindre les composantes des fermes de toit préfabriquées en bois. Ils sont produits par poinçonnage dans une tôle galvanisée de faible calibre (ordinairement 16, 18 ou 20) de façon à faire sortir des pointes sur une des deux faces (figure 1). Puisque la tôle est galvanisée avant le poinçonnage, les goussets comportent de nombreuses arêtes et surfaces en métal non traité. Dans la fabrication des fermes de toit, ces goussets sont pressés sur le bois au moyen d'une presse hydraulique ou d'un rouleau pour enfoncer les pointes complètement.

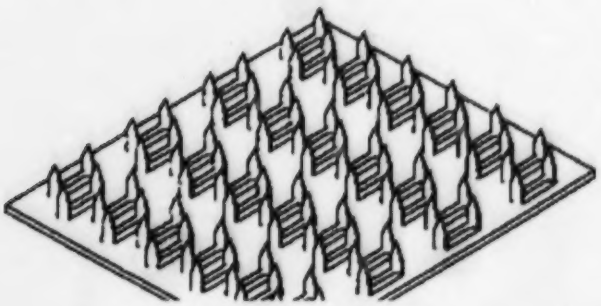


Figure 1. Un gousset typique.

Les bâtiments les plus touchés par la corrosion sont les étables non chauffées, dites « froides », à ventilation naturelle, pour vaches laitières et bovins de boucherie, avec caillebotis sur fosse à fumier. Les porcheries chauffées et à ventilation naturelle sont également très vulnérables. Dans tous les cas, les fermes de toit sont à nu à l'intérieur du bâtiment, leur structure entière se trouvant exposée dans un milieu potentiellement humide, alors qu'elles sont généralement conçues pour une atmosphère sèche.

Les goussets se détériorent surtout près des ouvertures d'échange d'air — typiquement au talon (figure 2) et aux joints de faîte de la ferme de toit. Ce sont en effet les principaux points de mélange d'air, où les variations de température entraînent des problèmes de forte humidité et de condensation. Malheureusement, il s'agit aussi de joints d'importance capitale pour assurer l'intégrité structurale de la ferme de toit.

Figure 2. Une corrosion modérée s'est produite au talon des fermes de toit de cette porcherie à ventilation naturelle.

| Haut de la page |

Causes de corrosion

Les causes de corrosion sont nombreuses dans les bâtiments où logent des animaux. Les animaux expirent un grand volume d'humidité dans l'air. Le degré d'humidité est beaucoup plus élevé à l'intérieur des bâtiments qui ne sont pas bien ventilés. En même temps qu'augmente le degré d'humidité, s'accroissent les risques de condensation sur les fermes de toit.

Le gaz ammoniac, qu'on trouve habituellement en milieu d'élevage, se mélange facilement à cette humidité pour produire de l'ammoniaque (liquide), qui attaque la plupart des surfaces métalliques. L'humidité sur la tôle d'acier non protégée entraîne le processus de la rouille. Le bois humide accélère la corrosion des attaches métalliques parce que le bois lui-même est légèrement acide. De plus, à la longue, le bois en milieu humide peut atteindre une teneur en eau dépassant 30 % et pourrir plus rapidement.

La poussière, qui se trouve habituellement en milieu d'élevage, constitue une surface propice aux réactions d'acides et de gaz, accélérant la corrosion de façon significative. Les colonies bactériennes communément trouvées dans les étables tendent à former des pellicules organiques sur les surfaces des bâtiments et du matériel, lesquelles sont à leur tour un milieu propre à la croissance de bactéries et à la production d'autres acides corrosifs.

| Haut de la page |

Prévention de la corrosion

A) Ventiler le bâtiment convenablement

Le système de ventilation devrait faire circuler suffisamment d'air frais dans le bâtiment pour réduire à des niveaux acceptables l'humidité, les gaz et la poussière. Le système est jugé efficace s'il réduit à leur minimum les problèmes de corrosion. Toutefois, on ne doit pas s'attendre à ce qu'il compense les défauts architecturaux ou le mauvais réglage de la ventilation. En faisant appel à des spécialistes en ventilation, en matériel et en construction, on peut prévenir le problème de la corrosion.

Il arrive souvent qu'on s'efforce de rendre le bâtiment d'élevage plus étanche pour augmenter la température ou économiser sur le chauffage. Malheureusement, on augmente ainsi le degré d'humidité en nuisant à la ventilation. Dans un bâtiment équipé de ventilateurs, il est important de garder au moins un ventilateur d'évacuation en service continu pour expulser l'humidité d'origine animale. De même, dans les bâtiments à ventilation naturelle, il faut un échange d'air continu pour contrôler l'humidité. De plus, les bâtiments à ventilation en faîtage offrent une surface de condensation à chaque joint de faîte des fermes de toit. En ayant plutôt recours à des cheminées entre les fermes, on éloigne l'air de ventilation des goussets et on réduit les risques de corrosion.

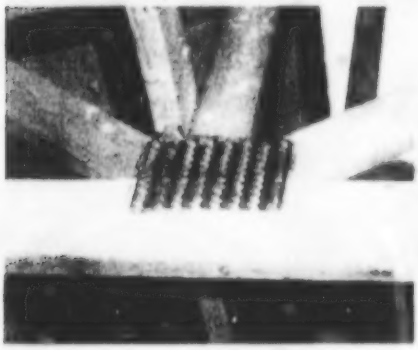


Figure 3. Goussets métalliques protégés sur place par une application au rouleau.

B) Appliquer une couche de protection sur les goussets en métal

Une couche de protection doit être appliquée au rouleau sur les goussets avant ou après la mise en place des fermes. Cette couche doit couvrir même les bords de chaque plaque de tôle (figure 3). On recommande un revêtement époxyde exempt de plomb et de chromate, comme le suivant :

Apprêt et couche de finition à base d'époxydes-polyamides

(Peinture SSPC[1] nº 22 ou peinture CGSB[2] nº 1-GP-146)

Cette peinture époxyde est un produit à deux éléments dont le mélange et l'application requièrent une adresse particulière. On recommande que les goussets soient préparés au moyen d'un solvant de nettoyage ou par décapage au sable avant d'être peints. Ce travail peut être confié à un peintre professionnel ou à un entrepreneur en construction, à moins que le propriétaire ne s'en charge lui-même. C'est une opération d'envergure dont la réussite repose sur l'habileté et la compétence de l'utilisateur. Pour obtenir le produit de revêtement ci-dessus, ou un équivalent, consulter le fabricant des fermes de toit ou un fournisseur de peinture industrielle.

C) Utiliser des goussets en tôle prétraitée ou en acier inoxydable

On trouve dans le commerce des goussets en tôle prétraitée ou en acier inoxydable, mais ils se vendent très cher. Ils coûtent presque cinq fois le prix des goussets ordinaires en tôle galvanisée G90. C'est là une différence marquée dans le coût des fermes de toit.

D) Construire un plafond avec isolant et coupe-vapeur

Si un plafond les sépare complètement de l'espace réservé aux animaux, les fermes de toit ne seront pas endommagées par l'humidité et des facteurs connexes. Un coupe-vapeur en polythène de 4 ou 6 mils est nécessaire pour empêcher l'humidité de pénétrer dans le grenier. Un plafond en tôle ou en contre-plaqué ne constitue pas, en soi, un coupe-vapeur convenable. Les joints, les attaches et la porosité du matériau laisseront passer l'humidité. Il faut aussi un minimum d'isolation pour prévenir la condensation à la surface du plafond. Il reste possible de s'en tenir à la ventilation naturelle en installant des cheminées d'évacuation dans le grenier, entre les fermes (figure 4). Consulter un spécialiste en ventilation pour déterminer le nombre et la dimension des cheminées requises.

[1] *Steel Structures Painting Council (U.S.)*

[2] *Canadian Government Specification Board (Comité de l'office des normes du gouvernement du Canada)*

| Haut de la page |

Recommandations

En cas de détérioration mineure, utiliser un ou plusieurs des moyens préventifs ci-dessus pour arrêter la corrosion.

S'il s'agit d'un dommage important, la réparation de la structure devra être envisagée. Il est recommandé de faire appel à un ingénieur-conseil pour évaluer les réparations et préciser leur teneur. Le Code du bâtiment de l'Ontario fait obligation de confier à des ingénieurs la conception des travaux liés aux systèmes de toiture.

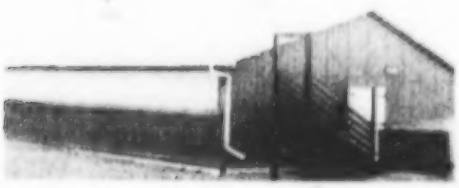


Figure 4. Étable à ventilation naturelle avec cheminées dans le grenier.

| Haut de la page |

Résumé

Même si l'importance du problème de la détérioration des fermes de toit n'est pas bien connue, on doit se préoccuper très sérieusement des bâtiments qui pourraient en souffrir. Les agriculteurs doivent inspecter leurs bâtiments régulièrement pour déceler tout indice d'humidité et de corrosion sur les goussets de fermes. Le cas échéant, il faut envisager la réparation. On fera appel à un entrepreneur en construction, à un fabricant de fermes de toit ou à un ingénieur-conseil. Il ne fait pas de doute que les frais de réparation ou de renforcement encourus sans tarder seront moins élevés que le coût de remplacement prématuré de la structure.

Le contenu de cette fiche technique a été révisé par **Edmond Lim**, P. Eng., Alpine Systems Corporation, **Fred Groenestege** (Construction Ltd.) et **Mark Boyd**, P. Eng., Springfield Building Components.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche a été rédigée à l'origine par **H. Huffman**, P. Eng. et **J. Johnson**, P. Eng., Division de l'agriculture et des questions rurales, MAAARO.

| Haut de la page |

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario

Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à: engineering@omafra.gov.on.ca

©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario,2002

Dernières modifications : 30 mai 2001